

## **MODELLI COMBINATI ELETTRO-TERMICI DI DISPOSITIVI ELETTRICI**

*Concettina Buccella, Carlo Cecati, Filippo de Monte*

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione  
Via Gronchi, Campo di Pile, 67100 L'Aquila

Tale ricerca ha come obiettivo lo sviluppo di modelli elettrici e termici di trasformatori e motori planari. La tecnologia planare consente di ridurre complessità, costo di produzione, ingombro e peso, perché le spire, alimentate ad alta frequenza (kHz, decine di kHz), sono realizzate su circuito stampato oppure utilizzando sottili lastre tranciate di rame o altro materiale conduttore. La valutazione, durante la progettazione, della distribuzione di temperatura delle varie parti costituenti tali dispositivi è molto importante, sia per la elevata compattezza dei dispositivi che per le loro specifiche termiche, spesso molto stringenti. Nell'ambito di lavori svolti presso la DigiPower s.r.l., sono stati realizzati prototipi di trasformatore planare (per l'impiego in una saldatrice elettrica da 15 kW , 400 A ) ed un motore planare di piccolissima potenza (50 W ), adatto per applicazioni di largo consumo. Il modello sviluppato consente di effettuare la valutazione della temperatura sia in transitorio che a regime. Relativamente alla parte elettrica, sono state risolte le equazioni di Maxwell attraverso il metodo degli elementi finiti e sono state così calcolate le perdite elettromagnetiche che rappresentano le sorgenti termiche. Relativamente alla parte termica, sono stati messi a punto modelli numerici basati anch'essi sul metodo degli elementi finiti e modelli analitici basati sulle funzioni di Green. Il modello matematico è molto complesso poichè le equazioni non sono lineari. Relativamente alla parte di lavoro svolto, i risultati numerici sono stati confrontati con quelli sperimentali attraverso misure di temperatura eseguite sui prototipi. Il confronto ha evidenziato l'accuratezza delle procedure proposte.

- [1] C. Buccella, C. Cecati, M. Di Domenico, "An Accurate Equivalent Circuit of High Power/High Frequency Planar Transformers using FEM", 19th International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, Ischia, Italy, 11-13 June 2008.
- [2] C. Buccella, C. Cecati, F. de Monte, "Investigation about the electro-thermal behaviour of high frequency planar transformers", IEEE International Symposium on Industrial Electronics, University of Cambridge, UK, 30 June - 2 July 2008.
- [3] C. Buccella, C. Cecati, F. de Monte, "A Coupled Electro-Thermal Model for Planar Transformers Temperature Distribution Computation in Planar Transformer Design", IEEE Transaction on Industry Electronic, Vol. 55, N. 10, October 2008, pp. 3583-3590.
- [4] C. Buccella, C. Cecati, F. de Monte, "A Computational Method of Temperature Distribution in High Frequency Planar Transformers", accepted for presentation at IEEE International Symposium on Industrial Electronics, Gdansk, Poland, 7-30 June 2011.
- [5] C. Buccella, C. Cecati, F. de Monte, "A Combined Non-Linear Electromagnetic and Thermal Analysis for Thin Axial-Flux Motors", submitted at IEEE International Conference on Industrial Electronics, Melbourne, Australia, 7-10 November 2011.

## **GENERAZIONE DISTRIBUITA E SMART GRIDS**

*Concettina Buccella, Carlo Cecati, Hamed Latafat, Pierluigi Siano*

Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione  
Via Gronchi, Campo di Pile, 67100 L'Aquila

Con la diffusione dei sistemi di generazione da fonti rinnovabili, si sta verificando una considerevole crescita di sistemi di generazione di piccola e media potenza (da alcuni kVA ad alcuni MVA), che, se collegati alla rete di distribuzione, sono in grado di iniettare nella stessa, l'energia prodotta localmente mediante generatori eolici, fotovoltaici, biomasse, turbogas, idroelettrico ecc. dando luogo ad un cosiddetto "SISTEMA DI GENERAZIONE DISTRIBUITA". Un elemento imprescindibile per la diffusione della Generazione Distribuita è l'esistenza di un'efficace Infrastruttura di Rete, che deve necessariamente essere intesa in senso molto più ampio di quello comunemente dato all'attuale rete elettrica, e che deve possedere una rilevante quantità di intelligenza distribuita localmente, da cui Smart Grids. I problemi legati alle fonti rinnovabili sono sostanzialmente due:

- trasformazione dell'energia primaria in energia elettrica "commerciabile" (tensione, frequenza, fase stabili) e quindi particolarmente importante è il progetto dei Convertitori Statici di Potenza (convertitori di corrente continua, inverter ...). I convertitori statici di potenza sono l'interfaccia fra sorgente e rete. Nel caso di sistemi fotovoltaici o celle a combustibile si tratta di sorgenti in c.c. Nel caso della generazione eolica di sorgenti in c.a.
- variabilità dell'energia disponibile e quindi assumono rilevante importanza i Sistemi di Accumulo.

Tale ricerca si occupa di questi due aspetti sia per quanto riguarda lo sviluppo di modelli di simulazione delle interfacce tra sorgente e rete e dei sistemi di accumulo, sia della realizzazione dei prototipi.

- [1] C. Buccella, C. Cecati, A. Piccolo, P. Siano, "Fuzzy Control of Multilevel Inverters for Fuel Cell Generator Sets", MODELING AND CONTROL OF SMART GRID SYSTEMS, Springer-Verlag (BOOK), May 2011.